BULLETIN DE L'OBSERVATOIRE DE LYON
TOME IX N° 8 AOUT 1927

L'Eclipse totale du Soleil du 29 juin 1927.

Une mission de la « British Astronomical Association » dirigée par Major Levin, et où je fus cordialement invité, s'est installée à Park Grange, ferme voisine du village de Leyburn; et dont les coordonnées géographiques sont : Latitude : 54°18'56'', Longitude : 1°48'18'', Altitude : 200m.

Les circonstances météorologiques des plus défavorables furent cause d'un insuccès total. Quelques éclaircies au début donnaient un peu d'espoir. Pendant quelques instants, vers 4 h. 48m et 4 h. 53m, on aperçut la phase partielle croissante. La totalité fut complètement cachée par les nuages ; mais un obscurcissement soudain fut néanmoins frappant ; il eut la durée exacte prévue par le calcul. (23 secondes). La nature semblait alors frappée d'un cataclysme. On entendit au loin le cri des spectateurs surpris, quoique prévenus ; le cri des oiseaux, des animaux des champs, des vaches, révélait leur terreur ; puis la lumière revint subitement. Le spectacle était impressionnant, même pour l'astronome qui prévoyait tout, son chronomètre sous les yeux. Nous devions voir arriver l'ombre de la Lune sur des sommets des chaînes Pennines environ 10 secondes avant la totalité dans notre station ; mais, probablement à cause du mauvais temps, aucun observateur ne put l'apercevoir.

Environ 10 minutes après la fin de la totalité (5 h. 35m), une belle éclaircie montra le croissant du Soleil partiellement éclipsé. Mais hélas, au grand désespoir de l'auteur de ces lignes, tout était fini pour la couronne - Le ciel se couvrit ensuite et l'on ne vit plus rien.

Nous nous étions proposé de faire des mesures photométriques et colorimétriques de la couronne solaire par voie photographique : 1° de l'ensemble de la couronne par voile de plaques ; la lumière traversant des filtres bleus d'une part et jaunes d'autre part ; ensuite, en laboratoire, de voiler l'autre moitié de la plaque avec les mêmes filtres et une lumière artificielle étalon (Méthode de King). — 2° Nous comptions également étudier les détails photométriquement et colorimétriquement,

en photographiant la couronne au moyen de deux objectifs différents ; l'un avec filtre bleu, l'autre filtre jaune. Nous avons espéré et persévéré auprès de nos instruments jusqu'à la dernière seconde.

Un voyageur passant par le village dans la matinée aurait dit avoir vu la couronne pendant une éclaircie à Northalton, petite ville voisine de Leyburn.

Les astronomes anglais établis à Giggleswick ont eu la grande chance de voir une trouée se produire quelques secondes avant la totalité de l'éclipse, tandis que le soleil était à nouveau voilé par les nuages quelques secondes après la fin de ce phénomène.

Leyburn (Angleterre). J. ELLSWORTH.

La structure et l'origine du champ magnétique solaire (1).

Grâce aux travaux importants de Hale et de ses collaborateurs, à l'Observatoire du Mont Wilson, c'est un fait établi que les taches solaires sont le siège de champs magnétiques intenses dont l'intensité peut atteindre plusieurs milliers de gauss. Le champ magnétique dans une tache est généralement centré sur un axe perpendiculaire à la surface du Soleil et qui coïncide avec le centre de la tache. Selon les recherches de Hale, Ellerman, Nicholson et Joy, la structure détaillée du champ ne semble pas très différente de celle d'un pôle magnétique simple, ou du champ correspondant à la superposition d'un petit nombre de ces pôles avec axes parallèles. Ceci voudrait dire, en général, que le courant électrique générateur du champ doit circuler sur des circuits approximativement circulaires avec la tache comme centre. Une étude complète de la distribution dans l'espace de l'intensité magnétique doit donner des renseignements importants sur la localisation de ce courant ; mais, pour le moment, l'observation ne paraît pas permettre de conclusions plus définies sur ce point.

En plus de ces champs locaux, le soleil possède aussi un champ général, symétrique autour d'un axe qui est un peu incliné par rapport à l'axe principal de rotation du soleil. L'intensité de ce dernier champ paraît être en moyenne d'environ 40 gauss juste au dessus de la photosphère et décroître si rapidement avec des hauteurs croissantes qu'il devient moindre que 10 gauss à une distance de 500 kilomètres au dessus de la photosphère.

(1) Extrait du mémoire de **S. Rosseland.** — Solar magnetic fields. **Astroph. Journ.**, vol. LXII, n° 5, p. 387.

Quoique les observations utilisables soient à peine assez exactes pour justifier des conclusions définies sur la distribution détaillée du champ général sur la surface solaire cette question est discutée un peu plus étroitement par M. Rosseland.

Les observations du champ magnétique général du Soleil sont basées sur les mesures de l'effet Zeeman des raies solaires. En raison de la faible intensité du champ et de la largeur des raies, en aucun cas il n'a été possible d'observer séparément les composantes magnétiques en lesquelles une raie unique est décomposée par la présence du champ. Cependant, sous les conditions d'observations particulières rencontrées, les intensités superposées de toutes les composantes n'ont pas leur maximum à la même position que la raie non influencée par le champ, mais elles sont déplacées de petites quantités proportionnelles à la composante de la force magnétique dans la ligne de visée. Dans un état strictement stationnaire, il ne serait pas possible par de telles observations de déterminer toutes les composantes du champ magnétique. Dans le cas du Soleil, cependant, la détermination de toutes les composantes est possible, en principe, en raison du mouvement de la terre autour du Soleil et de la rotation du Soleil autour d'un axe qui fait un angle déterminé avec la perpendiculaire au plan de l'écliptique. Il n'est pas douteux, cependant, que les observations ne détermineront pas toutes les composantes avec la même précision, car le champ magnétique est symétriquement axial, avec son axe très peu incliné sur l'axe de rotation du Soleil, tandis que ce dernier n'est que très peu incliné par rapport à l'axe de l'écliptique. Dans la limite où les trois axes sont parallèles, la composante du champ magnétique qui est parallèle à l'axe de symétrie échappera pratiquement à l'observation, et il s'ensuivra que pour les petites valeurs des inclinaisons la détermination de cette composante deviendra spécialement difficile. L'auteur s'est proposé de lever assez simplement cette difficulté par l'application de la théorie magnétique générale.

Il résulte de sa discussion que l'interprétation courante qui assimile le champ magnétique général à celui d'un aimant élémentaire correspondant à chaque niveau, avec intensité du champ variant rapidement de niveau à niveau, est inconciliable avec la théorie magnétique ordinaire. Les conditions sur le soleil paraissent plutôt se présenter comme si un courant était produit par la rotation uniforme d'une distribution symétriquement sphérique d'électricité dans son atmosphère et alors le courant d'électrons doit s'écouler dans la direction de la rotation du Soleil.

Les résultats de la discussion pris littéralement voudraient dire que le champ solaire est principalement engendré par des courants électriques qui sont localisés sous la couche renversante. Mais la précision des observations est si faible qu'il est difficile de donner un grand poids à ces conclusions.

Il n'en résulte pas moins que l'existence et le caractère général des champs magnétiques solaires peuvent être considérés comme hors de doute. L'origine de ces champs, d'autre part, paraît rester essentiellement obscure et l'auteur a effectué une discussion générale de cette question, sur la base de la théorie électromagnétique ordinaire appliquée aux charges électriques libres. Le résultat de ces recherches est resté complètement négatif. L'auteur montre que le mouvement d'un gaz ionisé doit, en général, être accompagné par un courant électrique, *même* si, *d'une manière macroscopique*, le gaz est électriquement neutre. Cet effet, aussi bien que d'autres, paraît trop faible pour rendre compte des grandes valeurs du champ trouvées par l'observation. Si la substance solaire émettait des particules α ou β de grande amplitude, la situation pourrait devenir plus favorable à une explication, quoique nous devrions admettre alors des conditions des plus extrêmes si nous voulions expliquer le magnétisme solaire de cette manière.

L'énergie des vents

Dans son fameux travail : *Uber die Energie der Stürme*, Max Margules recherche où l'on peut trouver des réserves contenant des quantités suffisantes d'énergie disponible pour la génération des vents intenses. Il pense avec justice qu'il n'est pas vraisemblable que la chaleur reçue du Soleil durant les époques de tempêtes puisse engendrer une énergie cinétique suffisante, et il porte ainsi son attention sur l'énergie potentielle, en considérant spécialement le processus qu'il appelle les *réarrangements* de la matière.

Bien que Margules pense avoir trouvé ce qu'il cherchait il est difficile de voir comment l'énergie potentielle libérée par le processus considéré serait susceptible d'engendrer ou d'entretenir les cyclones, et par suite M. Ryd s'est proposé de rechercher les accumulations, dans la nature,

des grandes quantités d'énergie utilisable nécessaires pour la génération des systèmes de vents (1).

Quatre sources différentes ont été indiquées par quelques auteurs comme étant capables de fournir l'énergie nécessaire à la génération des vents, savoir : l'énergie potentielle due à la pesanteur, l'énergie potentielle de la distribution horizontale de la pression, la transformation directe en énergie cinétique de la chaleur reçue du Soleil, et la chaleur latente de la vapeur d'eau libérée par condensation. Contrairemnt à leurs vues, M. Ryd a tenté de montrer que l'énergie cinétique est toujours engendrée aux dépens de l'énergie potentielle due à la pesanteur.

Il mentionne notamment que l'action de l'énergie potentielle de la distribution horizontale de la pression doit être exclue. Du travail peut être effectué par un champ de pression horizontale, mais on peut montrer que le champ de pression agit seulement comme moyen de transport de l'énergie, tandis que la distribution horizontale de la pression ne contient aucune quantité d'énergie.

Le but de l'auteur étant, tout d'abord, de trouver l'origine des vents, il a dû considérer le processus par lequel l'énergie émanant du Soleil sous forme de radiation est transformée en énergie cinétique. L'ordre consécutif des transformations est le suivant. Une certaine partie (71 %) de l'énergie reçue est utilisée pour accroître *l'énergie interne* de l'air, par exemple par augmentation de la température. Le réchauffement de l'air est accompagné par une dilatation au moyen de laquelle une petite partie : (21 0/0) de l'énergie est transformée en *énergie potentielle*, l'atmosphère étant soulevée et travaillant contre la pesanteur. Finalement, quand la température n'est pas la même aux mêmes niveaux, l'énergie potentielle est conduite à produire de *l'énergie cinétique.*

Sous certaines circonstances, l'existence de l'énergie cinétique engendrée peut être courte, ce qui arrive quand le vent n'est pas encadré dans un système de vents convenable. Dans ce cas l'énergie cinétique est à nouveau transformée en chaleur en surmontant des frottements internes (viscosité). D'un autre côté, quand les circonstances sont favorables, des systèmes de vents de plus ou moins grande stabilité prennent naissance. Les vents sont directement liés avec certaines forces centrifuges, et spécialement les *forces dues à la rotation de la terre* au moyen desquelles des systèmes de pressions, ou champs de pressions, se forment. La stabilité

(1) Cf. RYD (V. H.). — Meteorological problems. II. The energy of the winds, **Publ, Danske Meteor. Institut,** Meddel. n° 7.

des systèmes de vents et celle des champs de pression dépendent réciproquement l'une de l'autre.

En liaison avec la question du développement et de l'entretien des cyclones, l'auteur attire l'attention sur un processus particulier qu'il a appelé transmission de l'énergie.

La Dynamique de l'atmosphère est un livre qui n'a pas encore été écrit. Ce que nous possédons, ce sont des extensions de l'ancienne hydrodynamique qui est basée sur l'hypothèse d'un fluide incompressible. Mais l'état de l'atmosphère diffère à un tel degré de celui d'un fluide incompressible que l'hydro-dynamique classique peut être un obstacle plutôt qu'un secours dans la résolution des problèmes envisagés ci-dessus. De plus le traitement de ces problèmes est lié à l'utilisation des *équations du mouvement*, ce qui conduit à la conséquence que les problèmes sur l'énergie sont traités d'une manière indirecte. M. Ryd a essayé en conséquence de procéder d'une manière différente en appliquant les principes connus de la physique directement aux particules d'air étudiées.

Choix d'un ellipsoïde de référence international (1).

Comme suite à une proposition de la Commission géodésique Suisse ... de fixer et recommander au plus tôt un ellipsoïde de référence commun à toutes les nations d'un même continent, après avoir sollicité et obtenu des organismes intéressés des réponses très documentées, le Comité Exécutif a été d'abord d'avis qu'il était plus indiqué de recommander un ellipsoïde unique pour tous les continents qu'un ellipsoïde différent pour chaque continent : il semble qu'à tenter une réforme il est préférable de la tenter complète.

Le Comité a ensuite discuté, point par point, les 9 paragraphes du questionnaire et ses conclusions ont été les suivantes :

1° — L'ellipsoïde de Hayford (2) est celui qui représente actuellement avec le plus de précision l'ensemble du corps terrestre. Ses paramètres ont des poids supérieurs aux poids de ceux de tous les autres ellipsoïdes.

(1) Extraits des importantes discussions à Madrid, en 1924, au Congrès de l'Union géodésique et géophysique internationale; d'après **Bull. Géod.**, n° 7, pp. 540-556.

(2) Cf : Supplementary Investigation in 1909 of the Figure of the Earth and Isostasy, 1910.

Bien qu'il soit déduit d'observations exécutées aux Etats-Unis, des déterminations faites dans d'autres régions ont démontré qu'il s'applique également bien ailleurs. Son aplatissement $1/297{,}0 \pm 0{,}5$ (1) diffère de celui déduit par Helmert des observations de pesanteur, $1/296{,}7 \pm 0{,}4$, d'une quantité inférieure à l'erreur moyenne des deux déterminations.

2° — On ne saurait recommander pour des travaux futurs un ellipsoïde tel que celui de Bessel ou Clarke de poids très inférieur, dont la détermination repose sur des données anciennes, peu nombreuses, et dont les paramètres ont été calculés en considérant les déviations de la verticale, comme des erreurs accidentelles. Si le demi-grand axe de Hayford, 6.378.388 m., est sensiblement plus grand que ceux de Bessel, 6.377.397 m., de Clarke (1866), 6.378.206 m. et de Clarke (1880), 6.378.249 m., c'est précisément en raison de ce mode de calcul défectueux.

L'ellipsoïde de Hayford sera donc recommandé.

3° — Il est préférable de conserver les paramètres originaux de Hayford, demi-grand axe et aplatissement, sans les arrondir : on connait les erreurs probables dont ils sont affectés et on peut remonter exactement aux sources. D'ailleurs l'aplatissement de Hayford est déjà un nombre rond 1/297.0, et c'est celui adopté par les Astronomes à la Conférence des Ephémérides (Paris, 1911).

Aussi, la Section recommande d'employer, toutes les fois que ce sera possible, l'ellipsoïde dont les paramètres sont :

Aplatissement	1/297.0
Demi-grand axe	6 378 388 m.
Demi-petit axe	6 356 909 m. (2)

Il ne s'agit nullement d'imposer aux nations dont la triangulation est ancienne ou très avancée un ellipsoïde nouveau sur lequel elles devraient recalculer leurs réseaux. Si elles peuvent le faire sans trop de difficultés, ce sera mieux, mais on ne saurait évidemment les y obliger et toute prescription dans ce sens resterait illusoire. Mais l'ellipsoïde international devra être employé de préférence à tout autre :

1° — Dans les pays récemment ouverts à la géodésie, pour les triangulations tout nouvellement entreprises, à peine commencées, dont le calcul sera aisé à reprendre ou pour celles à entreprendre à l'avenir.

2° — Dans les pays déjà couverts de travaux géodésiques, quand il

---

(1) Les erreurs données ici sont les erreurs probables indiquées par Hayford.

(2) Il y a lieu d'observer que le petit axe devrait être abandonné, car il ne correspond pas exactement à celui qui résulte de l'aplatissement et du demi-grand axe. Voir G. P., Bull. Géodés., n° 6, pp. 157-159.

s'agira de procéder, pour un motif quelconque, à la réfection de ces travaux.

3° — Chaque fois qu'il s'agira de calculer pour les besoins de la géodésie supérieure les déviations de la verticale par rapport à un ellipsoïde déterminé.

On pourra ainsi espérer que les triangulations des immenses territoires qui restent encore à conquérir à la géodésie seront calculées sur un même ellipsoïde et qu'un certain nombre de pays referont leur triangulation dans le même système. Si l'homogénéité ne saurait être complète, un grand pas aura du moins été fait dans la voie de l'unification des systèmes, si désirée par les géodésiens, ce qui facilitera grandement la discussion et la résolution d'un grand nombre d'importants problèmes.

M. Hinks donne des explications sur les tables de l'ellipsoïde de Clarke (1880) et la méthode graphique de discussion des arcs de méridien: grâce à elles il est aisé de déterminer lequel des ellipsoïdes de référence s'applique le mieux sur la surface terrestre, étant données les déviations de la verticale calculées par rapport à l'un d'entre eux, et d'avoir une idée des corrections à apporter au demi-grand axe et à l'aplatissement de cet ellipsoïde pour obtenir la surface de référence la plus probable.

La méthode graphique montre que seuls des arcs mesurés sous de hautes altitudes permettent de discriminer s'il faut corriger le demi-grand axe ou l'aplatissement. L'arc russo-scandinave et l'arc franco-britannique s'appliquent mieux sur l'ellipsoïde de Clarke (1880) que sur celui de Hayford (1909). Ce fait donne une valeur considérable au premier et il ne serait pas équitable de comparer les erreurs probables de ses paramètres, telles qu'elles ont été déterminées par Clarke à l'origine, avec celles de l'ellipsoïde de Hayford déterminées par cet auteur.

La méthode graphique permet aussi de constater qu'entre les latitudes 25° et 49° (intervalle où se trouvent les stations exploitées par Hayford), on ne peut guère déterminer lequel des deux paramètres doit être corrigé, le demi-grand axe ou l'aplatissement.

L'ellipsoïde de référence à adopter doit être surtout utilisé dans des calculs relatifs à des triangulations : il est donc préférable qu'il soit déduit de triangulations et non d'observations d'intensité de la pesanteur. En somme, on peut affirmer que l'ellipsoïde de Clarke (1880) n'est en rien inférieur à celui de Hayford (1909) et, comme il est déjà d'un emploi très étendu, M. Hinks croit indiqué de l'adopter comme figure de référence internationale.

M. Rosen fait remarquer qu'il est inutile de fixer trois paramètres et un ellipsoïde de référence : deux suffisent, le troisième s'en déduit. En agissant autrement, on s'expose à des divergences, soit dans les logarithmes, soit dans les valeurs naturelles ; on sait les difficultés rencontrées pour arrêter les nombres définitifs relatifs à l'ellipsoïde de Bessel.

Il n'est pas opportun d'adopter définitivement, dès à présent, un ellipsoïde international, alors qu'on ne connait pas les opinions autorisées de certains pays : des travaux très étendus ont été exécutés avec des ellipsoïdes sur lesquels le choix ne se porterait pas. L'ancien Bureau international a établi une méthode et des formules, qui semblent définitives, pour déterminer, d'après les déviations de la verticale, les corrections à apporter aux paramètres de Bessel, demi-grand axe a et excentricité e : cette méthode et ces formules ont beaucoup plus d'intérêt pour la Géodésie supérieure que l'adoption de tel ou tel ellipsoïde de référence international.

M. da Costa Lobo observe que l'adoption d'un ellipsoïde a peut-être un intérêt plus pratique que théorique : pour un petit pays, comme le Portugal, un changement d'ellipsoïde ne produit sur une carte à grande échelle que des variations insignifiantes.

M. Gautier rappelle que la proposition suisse n'est point pour les besoins de la Géodésie suisse. Il ne s'agit nullement d'imposer une nouvelle figure de référence aux pays dont la triangulation est achevée, mais de réaliser autant que possible l'uniformité des travaux nouveaux, et de faciliter les études d'ensemble sur les déviations de la verticale. Or, de sérieuses considérations militent en faveur de l'adoption de l'ellipsoïde de Hayford ; celui de Bessel est trop petit et celui de Clarke (1880) trop aplati, tandis que celui de Hayford, calculé en tenant compte de l'isostasie, a un aplatissement qui concorde parfaitement avec l'aplatissement obtenu par l'ensemble des mesures d'intensité de la pesanteur effectuées dans des régions très variées de la surface terrestre.

Le Colonel Perrier pense qu'aucun doute ne peut subsister sur la question du poids de l'ellipsoïde de Hayford, comparé aux poids des anciens ellipsoïdes. Hayford, dans ses diverses publications, a donné des arguments irréfutables : il a montré combien la méthode des aires, employée pour calculer les éléments de son ellipsoïde, est supérieure à l'ancienne méthode des arcs. Cette méthode des aires n'utilise pas que des observations astronomiques parcimonieusement réparties le long d'arcs de méridien ou de parallèle en nombre restreint; en employant sans exception toutes les observations faites sur une vaste surface, elle donne

un nombre d'équations de condition très supérieur. De plus, dans la méthode des arcs telle qu'elle a toujours été pratiquée, des déviations de la verticale, causées par des circonstances locales aux stations astronomiques extrêmes, risquent de fausser les résultats, par l'introduction d'amplitudes erronées dans les équations de condition.

Examinons les arcs utilisés par Bessel (1837-1841) et Clarke (1880) :

Bessel (1837-1841)

Arcs de méridien	Amplitude	Date
1° Arc de Bouguer au Pérou (Tarqui-Cochesqui).	3°7'	1735-1744
2° Arc français de Delambre et Méchain (Montjouy-Dunkerque).	9°40	1792-1798
3° Arc de Biot et Arago en Espagne (Formentera--Montjouy).	2°42	1806-1808
4° Portion de l'arc anglais.	2°50	
5° Ancien arc indien de Lampton (Trivandepuram Paudree).	**1°35**	1801-1804
6° Portion de l'arc indien principal.	15°58	
7° Arc danois de Schumacher (Lawenburg-Lyssabel)	1°32	1816-1823
8° Portion de l'arc russo-scandinave.	8°2	
9° Arc hanovrien de Gauss (Göttingen-Altona).	2°1	1821-1827
10° Arc prussien de Bessel et Baeyer (Trunz-Memel).	1°31	1831-1838

Clarke (1880)

1° Arc de Bouguer au Pérou (Tarqui-Cochesqui).	3°7	1735-1744
2° Arc franco-anglais (Formentera-Saxavord).	22°10	1791-1858
3° Arc indien principal (Punnoe-Kaliana).	21°2	1837-1874
4° Arc indien du 74e méridien (Mangalore-Shapur).	19°10	1845-1873
5° Arc russo-scandinave (Staro Nekrassowska-Fluge-naes).	25°20	1817-1845
6° Arc de Maclear au Cap (Cape Point-North Erd)	4°37	1840-1848
7° *Parallèle :* arc indien du 18e (Bombay-Vizagapatam)	10°31	1837-1872
8° *Parallèle :* arc indien du 13e (Mangalore-Madras)	5°24	1865-1880

Tout d'abord, on est frappé de la date ancienne de la plupart de ces mesures, remontant toutes *au moins* à 45 ans et un grand nombre à plus d'un siècle : aucune mesure récente n'est utilisée. Les amplitudes de ces anciens arcs, la plupart fort restreintes, ne laissent pas d'être suspectes : celle de l'arc de Bouguer. par exemple, est certainement affectée d'une

forte déviation de la verticale à la station astronomique nord, Cochesqui, située sur les flancs sud d'un massif formidable, le Mojanda, qui dépasse 4000 m. d'altitude.

Il n'est pas possible de comparer de telles déterminations de l'ellipsoïde terrestre avec une détermination résultant de 765 équations de condition, comme celle de Hayford. On objectera certainement que celle-ci est basée uniquement sur des observations faites aux États-Unis, mais n'oublions pas qu'il s'agit d'un territoire s'étendant sur 19° en latitude et 57° en longitude ; d'autres pays, comme la Finlande, ont déjà avantageusement adopté l'ellipsoïde de Hayford.

Certes, l'ellipse méridienne de Clarke peut s'appliquer assez exactement sur des portions restreintes de certains méridiens, mais l'aplatissement de Clarke (1880) est suranné, contredit par toutes les déterminations faites récemment au moyen des méthodes les plus variées, notamment à l'aide des diverses méthodes astronomiques : son dénominateur est notoirement trop faible de 4 à 5 unités. Dès son apparition, l'ellipsoïde de Clarke fut adopté par le Service Géographique qui avait besoin alors d'un ellipsoïde de référence pour les travaux en Afrique du Nord ; il fut conservé depuis, mais il n'est défendable, ni sous le rapport du demi-grand axe ni sous celui de l'aplatissement, tous les travaux récents ayant montré que le premier est trop petit, et le second notablement trop fort.

Pour une question soulevée depuis cinq ans déjà, il paraît utile d'aboutir et de recommander le choix d'un ellipsoïde international pour contribuer à l'unification si désirable des travaux géodésiques. Chaque pays doit faire taire ses préférences de s'en tenir à un ellipsoïde antérieur et celui que l'on désignera aura d'autant plus de chances d'être adopté par la généralité des géodésiens qu'il représentera plus fidèlement le corps terrestre et qu'il aura un caractère de neutralité plus accentué : celui de Hayford, qui n'a encore été employé pour le calcul d'aucune triangulation, sauf en Finlande, remplit ces conditions.

On pourrait objecter qu'il serait avantageux de choisir un ellipsoïde pour lequel de nombreuses tables ont déjà été calculées et publiées, mais l'établissement de tables complètes pour un nouvel ellipsoïde n'est pas au-dessus des forces de la section de géodésie.

Le colonel Winterbotham rappelle qu'Airy a obtenu son ellipsoïde en ne s'astreignant pas à observer strictement des lois mathématiques, tandis que Clarke, au contraire, s'est appliqué à déduire rigoureusement de ces lois la probabilité de ses différents ellipsoïdes.

Il ne pense pas que l'on puisse étendre à la Terre entière des résultats qui ne s'appliquent en toute rigueur qu'aux Etats-Unis ; certes l'ellipsoïde de Hayford fut obtenu en traitant mathématiquement et correctement un très grand nombre de données. Mais celles-ci ne sont recueillies que dans une amplitude restreinte en latitude et uniquement sous des latitudes moyennes. Et, tout en leur attribuant une grande confiance, il serait irrationnel de considérer ses paramètres comme s'appliquant à l'ensemble du corps terrestre avec les erreurs probables indiquées par l'auteur : on s'exposerait à des critiques en annonçant une précision illusoire. Tout ce que l'on peut dire, c'est que le demi grand axe est connu à 100 mètres près, et l'inverse de l'aplatissement à quelques unités près.

Si les arcs anciens sont moins précis que les modernes, ceux qu'ont employés Bessel et Clarke, en nombre restreint, sont du moins répartis dans des régions très variées de la surface du globe. Puis il semble que des paramètres très approchés, en nombres ronds, soient suffisants pour tous nos besoins et qu'il soit inutile de rechercher l'ellipsoïde *le plus probable* d'après l'ensemble de toutes les mesures d'arc et par les procédés mathématiques les plus précis et les plus perfectionnés.

M. Bowie estime que si l'on juge trop restreinte la portion de la surface terrestre étudiée par Hayford pour permettre des conclusions générales, du moins il faut reconnaître que cette portion offre toutes les variétés de terrain ; puis la considération de l'isostasie offre une importance capitale et fut négligée dans les déterminations antérieures à Hayford.

Il serait imprudent d'adopter des paramètres exprimés en nombres ronds, et par là un peu arbitraires. Les successeurs qui voudraient se rendre compte de la valeur scientifique de ces nombres ne pourraient avoir d'idées précises sur ce point. Il convient donc d'adopter un ellipsoïde déterminé, dont l'origine soit bien connue, avec des paramètres dont les erreurs probables soient bien fixées.

M. Vening Meinesz fait remarquer que l'ensemble des mesures de l'intensité de la pesanteur, effectuées dans les régions les plus variées de la surface terrestre, fournit l'aplatissement avec un haut degré de probabilité. En faveur de l'ellipsoïde de Hayford, il faut dire que son aplatissement 1/297,0 concorde parfaitement avec celui que Helmert a déduit de sa plus récente discussion d'ensemble des mesures de pesanteur en 1915 (aplatissement moyen d'un ellipsoïde à 3 axes inégaux : 1/296,7).

Le Colonel Perrier confirme cette observation, rappelle que les astronomes ont adopté l'aplatissement de Hayford et remarque que toutes les

méthodes astronomiques, constantes de la précession et de la nutation, inégalités du mouvement de la Lune, etc., ont donné des valeurs de l'aplatissement voisines et notablement différentes de celles de Clarke ; ainsi, de Sitter vient de trouver 1/296,92 par la constante de la précession.

Pour les partisans des paramètres en nombres ronds, il est à remarquer que l'aplatissement est un nombre rond ; mais on ne conçoit pas l'avantage qu'il y aurait à arrondir le demi-grand axe de Hayford, car il est évident que l'on ne pourra jamais exprimer en nombres ronds les deux demi-axes et l'aplatissement ; si un ou deux de ces nombres sont simples, toutes les autres constantes, demi-petit axe, excentricité, etc...., ne le seront pas.

Le Colonel Sir Gerald Lenox-Conyngham penche cependant pour les nombres ronds pour les paramètres fondamentaux. On ne semble pas d'accord sur la précision relative des ellipsoïdes calculés par divers savants: si l'on fait un choix, on paraît sanctionner l'une des déterminations en lui attribuant plus de valeur qu'aux autres; on s'expose aussi à la critique puisque certainement, dans l'avenir, on trouvera un ellipsoïde plus propre à représenter l'ensemble de la Terre que l'ellipsoïde international. Ainsi, avec des nombres ronds, on pourra satisfaire suffisamment aux besoins des applications et on réserve l'avenir sans prendre position dans la question scientifique.

M. Bowie ne partage pas cette manière de voir et pense que le choix d'un ellipsoïde déterminé s'impose.

Après une nouvelle discussion, où l'on propose notamment de surseoir à tout choix définitif (proposition anglaise) jusqu'à ce que l'application des théories de l'isostasie sous des latitudes très diverses permette la désignation d'un ellipsoïde vraiment général, on décide d'arrêter un ellipsoïde international de référence et l'on adopte les valeurs 1/297,0 (à l'unanimité) et 6.378.388^{m} (à une faible majorité).

NOTES ET VARIÉTÉS

Maxima et Minima de deux cent soixante douze étoiles variables à longue période en 1900-1920.[1]

La théorie des étoiles variables à longue période reste encore très incomplète. Mais il semble probable que ces astres sont, en quelque sorte, près du commencement de leur vie stellaire ; il paraît de plus en plus évident que le premier stage de la partie lumineuse de la vie d'une étoile doit être associé à une variabilité à période longue

(1) CAMPBELL (L.). — Maxima and Minima of two hundred and seventy-two long period variable stars during 1920-1921. **Ann. of the Astron. Observ. of Harvard College**, vol. 79, part. 2, 1926. Avec une préface de H. SHAPLEY.

ou irrégulière. Quand on veut placer les étoiles variables à longue période dans l'échelle de l'évolution stellaire, il faut tenir compte de leurs faible fréquence dans les nuées de Magellan, dans les amas globulaires et dans les nébuleuses irrégulières. Leurs relations avec les Céphéides, leur analogie quant à la forme de la courbe de lumière avec des irrégularités secondaires, mais leur différence au point de vue des éclats absolus et surtout de la classe spectrale sont des faits de grande importance.

La solution définitive du problème du rôle dans l'évolution stellaire des variables à longue période sera basée, sans doute, sur des recherches spectroscopiques et photométriques. Les premières sont du domaine des spécialistes bien outillés, mais les secondes sont aussi bien accessibles aux amateurs qu'aux professionnels. La plus grande partie des observations (plus de cent mille) que M. Campbell a étudiées sur 272 variables à longue période ont été faites par les membres de l'**American Association of Variable Stars Observers.** Depuis 1911, les observations de cette Association ont été imprimées régulièrement dans **Popular Astronomy** et, depuis 1916, dans les rapports mensuels de l'Association. D'autres séries importantes d'observations sont venues d'autres sources, notamment de l'Observatoire de Mc Cormick et des membres de la Variable Star Section of the British Astronomical Association (1).

Ces matériaux ont été mis en œuvre et, dans le travail de M. Campbell, les renseignements les plus importants concernant les maxima et minima et les périodes des étoiles, jusqu'en 1921, sont donnés sous une forme très brève. Ils ne comprennent que les étoiles d'une déclinaison supérieure à —25°. La discussion traite surtout de la détermination des maxima et des minima. Quiconque a essayé de déterminer de telles dates sait quelle incertitude il existe et les irrégularités qui se montrent dans les différents maxima d'une même étoile.

Des publications analogues ont déjà été faites dans les **Harvard Annals**, vol. 37, part. 1. Les dates des maxima et des minima y étaient déterminées par la méthode de bissection qui nécessite des courbes assez complètement observées. Mais si l'on a une courbe de lumière moyenne, elle peut servir à déterminer les maxima et les minima, même si l'on ne possède qu'un tronçon de la courbe.

Afin d'éviter les erreurs accidentelles inévitables surtout lorsque, comme ici, beaucoup d'observateurs coopèrent ensemble, les observations ont été groupées, pour chaque variable, par dix jours, après avoir réduit les dates en jours juliens. Ces dates et magnitudes moyennes ont servi à tracer les courbes. Des courbes moyennes ont donc été utilisées : placées sur les parties de courbes obtenues par les observations, elles ont permis de déterminer les dates des maxima. Tous ces points moyens groupés alors par ordre de phase avec zéro au maximum ont permis de tracer une courbe de lumière provisoire. Cette courbe de lumière prise, à son tour, comme type permit de déterminer des dates de maxima plus exactes et cette seconde détermination a suffi, en général, à tracer définitivement la courbe de lumière moyenne. Avec cette courbe, les dates des maxima et des minima furent définitivement déterminées. Un système de poids fut adopté, avec une échelle s'étendant de 1 à 5, 1 indiquant peu d'observations et une grande incertitude, 5 indiquant une abondance d'observations ; cette échelle est évidemment un peu arbitraire.

Les magnitudes des maxima et des minima sont données et aussi les différences M — m, entre les dates M des maxima et m des minima successifs. On voit que les courbes diffèrent assez largement, les unes ayant un large maximum et un minimum court, les autres se représentant bien par une sinusoïde. Une tentative pour classer quelques-unes de ces courbes a été faite dans **Harvard Reprint 21** ; une discussion complète et détaillée paraîtra très probablement dans un prochain numéro des Annales de Harvard.

(1) L'A. F. O. E. V. ne fut fondée qu'en 1921

Magnitudes absolues et parallaxes spectroscopiques de 1105 étoiles [1]

M. M. R. K Young et W. E. Harper ont donné les résultats d'une étude sur les méthodes indirectes de détermination des parallaxes stellaires par la spectroscopie et ils ont fourni de telles parallaxes individuelles pour 1105 étoiles. Ces étoiles sont à peu près toutes des types spectraux F (étoiles jaunes) à M (rouges) inclusivement, avec seulement quelques étoiles du type A (blanches), avec raies spectrales bien définies. On sait que pour les étoiles étrangères aux types spectraux F, G, K, M, des difficultés spéciales se présentent pour l'application de la méthode spectroscopique de détermination des parallaxes stellaires.

Durant les premières années d'existence de l'Observatoire de Victoria, de nombreux spectres stellaires furent photographiés en vue de déterminer les vitesses radiales de plusieurs centaines d'étoiles du célèbre catalogue fondamental de positions précises d'étoiles de Boss. L'étude actuellement présentée s'est proposé d'utiliser cette documentation photographique pour la détermination des parallaxes spectroscopiques en se servant de la méthode découverte depuis peu d'années par Adams, actuellement directeur de l'Observatoire du Mont-Wilson.

Les parallaxes spectroscopiques étant indirectes doivent être étalonnées par des parallaxes trigonométriques qui seules sont directes. Ceci a été fait avec soin par les auteurs qui ont basé cet étalonnage sur un lot imposant de 500 étoiles mesurées directement.

La méthode générale proposée par Adams laisse peut être trop de place à la personnalité de l'observateur, puisque les magnitudes absolues sont déterminées par estimation des rapports d'intensité de certaines raies du spectre. MM. Young et Harper se sont efforcés de perfectionner et de systématiser ce genre de mesures.

Une comparaison intéressante est faite des magnitudes absolues de parallaxes obtenues par ces auteurs, soit avec des parallaxes statistiques que l'on peut obtenir quand on connait le mouvement propre ou mouvement perpendiculaire à la ligne de visée d'un groupe d'étoiles, soit avec les mesures spectroscopiques analogues effectuées par les astronomes du Mont Wilson. Cette comparaison parait montrer que les améliorations apportées par MM. Young et Harper à la méthode pleine de promesses d'Adams n'ont pas été inutiles et la conclusion à en tirer c'est que de nouveaux efforts doivent être faits pour standardiser encore plus fortement cette nouvelle méthode si puissante de mesure des dimensions de l'Univers.

Propagation des ondes électro magnétiques : application à la météorologie et à la goniométrie.

Au point de vue théorique nous sommes encore en pleine hypothèse et sans doute y resterons-nous longtemps et peut-être toujours en ce qui concerne la propagation des ondes électromagnétiques, mais l'on peut dire que les théories se précisent et que les faits qui s'accumulent semblent se coordonner vers un commencement d'explications. Bien des contradictions subsistent encore et beaucoup de faits inexpliqués, mais l'on sent nettement, surtout depuis quelques temps, que l'on progresse vers une explication d'ensemble tout au moins provisoire. Il faut cependant se garder de généralisations trop hâtives et de la tendance à systématiser trop des faits qui peuvent n'être soumis à aucune loi. Ce qui semble à peu près admis par tout le monde, sauf peut-être par quelques Allemands, c'est le rôle important de la couche électrisée supérieure (couche

---

1 — **Young (R. K.) et Harper (W. E.). — The absolute magnitudes and parallaxes of 1105 stars. Publ. Domin. Astroph. Observ. of Victoria, Vol. III, n° 1.**

d'Heaviside-Kennelly) dans les phénomènes généraux de la propagation et l'importance non moins grande des couches basses (troposphère) pour expliquer les perturbations de cette propagation.

Au point de vue pratique, des réalisations très importantes sont déjà acquises en ce qui concerne l'usage méthodique et raisonné des ondes courtes, réalisations qui découlent directement de l'étude de leur propagation. Les plus belles espérances restent promises en ce qui concerne les relations de toute première importance qui pourront peut-être s'établir entre la connaissance plus approfondie des phénomènes de cette propagation et la prévision du temps. Dès à présent, l'emploi des ondes courtes a profondément modifié la technique radio-télégraphique, et leur usage en Météorologie a constitué un progrès de tout premier ordre (1)

Commandant Metz.

Spectro-polarimètre photographique pour l'ultra-violet.

L'auteur décrit le modèle nouveau de spectro-polarimètre photographique pour l'ultra-violet qu'il a construit. Celui-ci consiste en un spectrographe qui tourne autour de l'axe de son collimateur; la surface sensible est un film fixe enroulé autour de cet axe suivant un cylindre de révolution. Un prisme de Glan fixe, placé après la lentille du collimateur, polarise la lumière parallèle qui tombe sur le prisme de spath d'Islande du système séparateur de radiations : ce prisme jouant le rôle d'analyseur, l'appareil est un polarimètre. En réalité, ce prisme de spath est suivi d'un prisme de quartz afin de compléter la dévation jusqu'à 90°. Le mouvement de rotation du spectrographe, limité à un va-et-vient lent et uniforme, produit l'aller et retour du spectre sur le film sensible et imprime sur ce dernier de longues bandes qui s'éteignent toutes en même temps au moment où le polariseur et l'analyseur se croisent. En plaçant une substance optiquement active entre le polariseur et l'analyseur, les extinctions ne se produisent plus à la même place sur un autre film mais en des endroits qui dépendent de la longueur d'onde des radiations considérées.

En effectuant des mesures microphotométriques sur les clichés obtenus, on trouve le pouvoir rotatoire pour les diverses radiations ultraviolettes (du mercure). On obtient ainsi la dispersion rotatoire de la substance que l'on étudie dans ce domaine spectral (2)

R. Descamps

Détermination du diamètre et du nombre d'étoiles de l'amas N. G. C. 7243 (3)

Le voisinage de l'amas stellaire N. G. C. 7243 fut étudié statistiquement. Sur une plaque photographique qui fut prise par le Dr. S. Kostinsky à Pulkovo, le 14 novembre 1908, une plaque de verre avec un réseau à division fut posée et le nombre d'étoiles compté. Les résultats sont donnés dans des tableaux.

Les résultats trouvés sont les suivants : l'amas N. G. C. 7243, composé surtout d'étoiles jusqu'à la 11^{me} grandeur, a un diamètre de 25'-20' et s'étend sur une surface de 1/5 de degré carré.

M. Hrabàk

---

(1) Conclusions de deux articles dans la **Rev. Gén. des Sc.**, 15 et 31 janv. 1927.

(2) Sommaire de l'article de **Rev. d'Opt.**, déc. 1926, pp. 481-501.

(3) Résumé d'après **Russ. Astroph. Journ.**, t. 3, n° 1, pp. 30-35